

Requested Patent: JP11053716A

Title:

MAGNETO-RESISTANCE EFFECT TYPE HEAD, ITS MANUFACTURE AND
MAGNETIC RECORDING AND REPRODUCING DEVICE USING THE SAME ;

Abstracted Patent: JP11053716 ;

Publication Date: 1999-02-26 ;

Inventor(s):

YOSHIDA NOBUO; FUKUI HIROSHI; OKADA TOSHIHIRO; FUYAMA MORIAKI;
NAKAMOTO KAZUHIRO ;

Applicant(s): HITACHI LTD ;

Application Number: JP19970207847 19970801 ;

Priority Number(s): ;

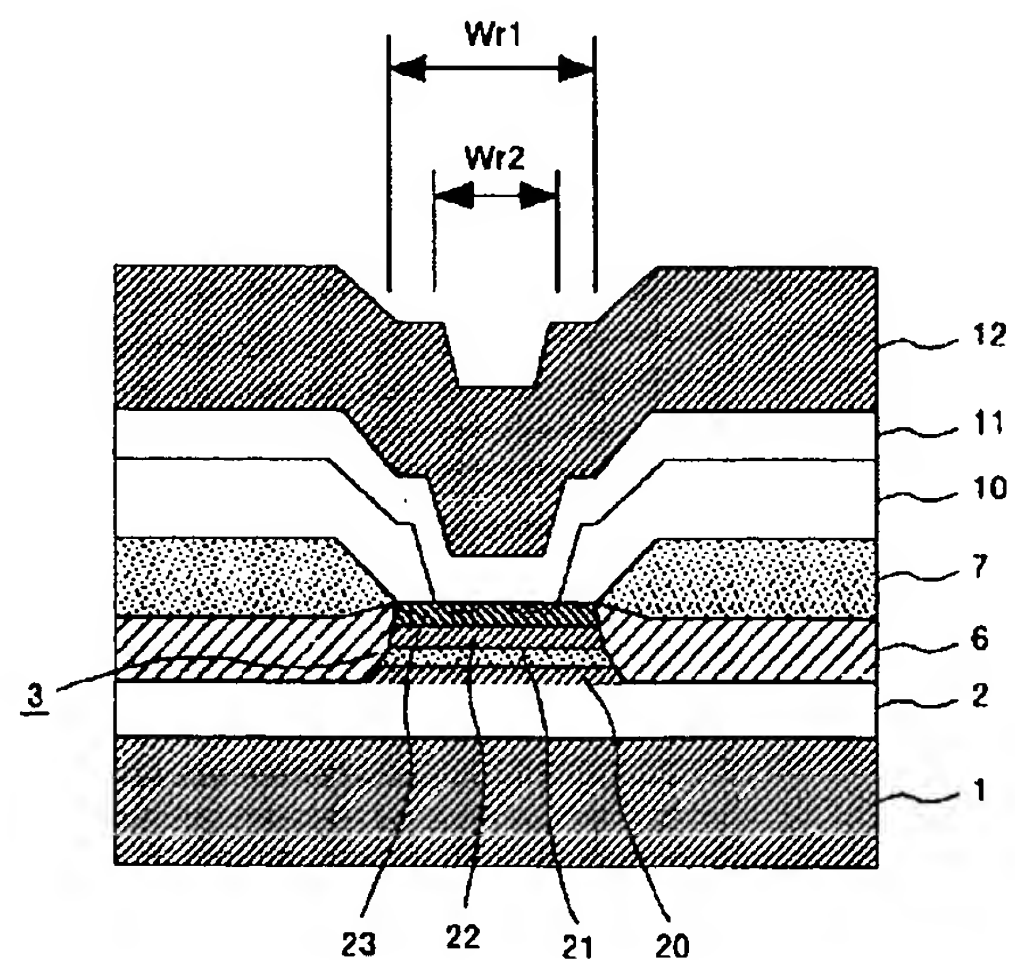
IPC Classification: G11B5/39 ;

Equivalents: JP3131575B2 ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form electrodes with high accuracy even in forming a narrower track in accordance with such high recording density and also to obtain good characteristics. SOLUTION: In the magneto-resistance effect type head having a magneto-resistance effect film 3 for converting a magnetic signal into an electric signal, a magnetic domain control film 6 for impressing a magnetic field upon the magneto-resistance effect film and the electrodes for making a signal detecting current flow into the magneto-resistance effect film, the electrodes consists of the 1st electrodes 7 on the magnetic domain control film and the 2nd electrodes 10 with smaller interelectrode space than the 1st electrodes on the 1st electrodes. These electrodes are formed by RIE(reactive ion etching).

(11)特許出願公開番号



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁氣的信号を電氣的信号に変換する磁気抵抗効果膜と、前記磁気抵抗効果膜の両側に磁界を引加する磁区制御膜と、前記磁気抵抗効果膜に信号検出電流を流す電極を有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、前記電極は、磁区制御膜上の第一の電極と、第一の電極上に形成された第二の電極から成り、前記第一の電極の間隔は第二の電極の間隔より大きいことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項2】 前記磁気抵抗効果膜は、磁気記録媒体からの磁界により磁化方向が変化する第一の強磁性膜と、磁化方向が固定された第二の強磁性膜と、前記第一の強磁性膜と第二の強磁性膜との間に挿入された非磁性導電性膜と、前記第二の強磁性膜上にその磁化方向を固定する反強磁性膜が直接積層されていることを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項3】 前記磁気抵抗効果膜は磁化方向が固定された第一の強磁性膜と、磁気記録媒体からの磁界により磁化方向が変化する第二の強磁性膜と、前記第一強磁性膜と第二の強磁性膜との間に挿入された非磁性導電性膜と、第一の強磁性膜がその磁化方向を固定する反強磁性膜上に直接積層されていることを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項4】 前記磁気抵抗効果膜は、順次第一ないし第三を積層された強磁性膜から成り、磁気記録媒体からの磁界により磁化方向が変化する第二の強磁性膜と、磁化方向が固定された第一および第三の強磁性膜と、第一の強磁性膜と第二の強磁性膜との間に挿入された第一の非磁性導電性膜と、第二の強磁性膜と第三の強磁性膜との間に挿入された第二の非磁性導電性膜と、第一および第三の強磁性膜がその磁化方向を固定する反強磁性膜に直接積層されていることを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項5】 磁氣的信号を電氣的信号に変換する磁気抵抗効果膜と、前記磁気抵抗効果膜に磁界を引加する磁区制御膜と、前記磁気抵抗効果膜に信号検出電流を流す電極を有する磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法において、前記電極は磁区制御膜上の第一の電極と、該第一の電極上に形成された該第一の電極間隔より小さい間隔を有する第二の電極から成り、前記第一の電極をフォトリソグラフィを用いてリフトオフパターンを形成し、前記リフトオフパターンを用いて前記磁気抵抗効果膜の端部をエッチング後、前記リフトオフパターンを用いて磁区制御膜と共に前記第一の電極を形成する工程、及び前記第二の電極を一層もしくは複数層の膜を形成後、フォトリソグラフィを用いてパターンを形成し、前記パターンをマスクとして電極膜をリアクティブイオンエッチングにてエッチングして形成する工程を有することを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

【請求項6】 磁氣的信号を電氣的信号に変換する磁気

抵抗効果膜と、前記磁気抵抗効果膜に磁界を引加する磁区制御膜と、前記磁気抵抗効果膜に信号検出電流を流すための電極を有する磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法において、前記電極は磁区制御膜上の第一の電極と、該第一の電極上に形成され第一の電極上に形成された該第一の電極間隔より小さい間隔を有する第二の電極から成り、前記第一の電極はフォトリソグラフィを用いてリフトオフパターンを形成し、前記リフトオフパターンを用いて前記磁気抵抗効果膜の端部をエッチング後、前記リフトオフパターンを用いて磁区制御膜と共に前記第一の電極を形成する工程、及び前記第二の電極を一層もしくは複数層の膜を形成後、フォトリソグラフィを用いてパターンを形成し、前記パターンをマスクとして電極膜をイオンミリング及びリアクティブイオンエッチングを併用し、少なくとも前記磁気抵抗効果膜に接する電極部分はリアクティブイオンエッチングによりエッチングして形成する工程を有することを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果型ヘッドの製造方法。

【請求項7】 電気信号に応じた磁界を発生して磁気記録媒体に記録させる記録ヘッドと、磁気記録媒体から漏洩する磁界の変化を電気信号に変換する再生ヘッドとを備えた磁気記録再生装置において、前記再生ヘッドは請求項1ないし4のいずれかに記載の磁気抵抗効果型ヘッドから成ることを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッドを用いた磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、新規な記憶媒体からの情報を磁氣的に再生する磁気抵抗効果型ヘッドに関し、巨大磁気抵抗効果を利用した磁気抵抗効果型ヘッドとその製造方法及びそれを用いた磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置の小型化に伴い、ディスクとヘッドの相対速度に依存せずに高い再生出力電圧が得られる磁気抵抗効果型ヘッドが注目されている。磁気抵抗効果型ヘッドは感受する磁束によって抵抗が変化することを利用した磁気センサであり、磁気媒体から情報を再生することはできるが、媒体に情報を記録することはできない。そのため、記録ヘッドに従来の磁気誘導型ヘッド、再生ヘッドに磁気抵抗効果型ヘッドを用いた記録再生分離型磁気ヘッドの開発が行われている。

【0003】磁気抵抗効果型ヘッドとしては異方性磁気抵抗効果（AMR：Anisotropic Magnetoresistive）を利用したAMRヘッドが知られている。しかし、高記録密度化に伴いAMRヘッドよりも更に高感度化が必要となったため、例えば、特開平4-358310号公報には巨大磁気抵抗効果を利用したスピナバルブヘッドが提案されている。このスピナバルブヘッドは、磁気抵抗効果膜として、磁気記録媒体からの磁界により磁化方向が

変化する第一の強磁性膜と、磁化方向が固定された第二の強磁性膜と、第一および第二の強磁性膜の間に挿入された非磁性導電性膜と、第二の強磁性膜の磁化方向を固定するための反強磁性膜もしくは永久磁石膜から構成されている。また、スピバルブヘッドの出力をさらに高くするために、特開平5-347013号公報にはデュアルタイプのスピバルブヘッドが提案されている。

【0004】これらの再生ヘッドでは良好な再生電圧を得るために、磁気抵抗効果膜を構成する強磁性膜を単磁区化する必要がある。このため、例えば米国特許第4663685号公報に記載されているパターンドエクスチェンジと呼ばれる磁区制御方法がある。この方法は磁気抵抗効果膜の端部領域にのみ磁区制御膜を配置して、この領域を単磁区にすることにより磁気抵抗効果膜中央の感磁部を単磁区に誘導するものである。他の例として、特開平3-125311号公報に記載されているようなハードバイアスと呼ばれる磁区制御方法がある。

【0005】この方法はリフトオフパターンをマスクとして用い、磁気抵抗効果膜の両端部分をイオンミリング等で切り落として感磁部のみに磁気抵抗効果膜を残し、切り落とした両端部分に永久磁石を配置して、永久磁石からの磁界によって感磁部を単磁区に誘導するものである。また、第20回日本応用磁気学会学術講演概要集(23aA-6, 1996)にはスピバルブヘッドにハードバイアス方法を用いる従来技術を改良し、高感度化などを達成するために磁区制御膜よりも内側、つまり磁気抵抗効果膜の幅よりも狭く電極を形成することが提案されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、第20回日本応用磁気学会学術講演概要集(23aA-6, 1996)には磁気抵抗効果膜の幅よりも狭く電極を形成する手段は記載されていない。また、磁気抵抗効果膜の幅よりも狭く電極を形成する場合、磁気抵抗効果膜は数10nmと薄いため、電極膜の加工法としてArイオンミリングのみ用いると磁気抵抗効果膜へのダメージがかなり大きくなり、再生波形不良及び出力低下が発生する。

【0007】スピバルブヘッドにハードバイアス方法を用いるような前記従来技術においては、図6(a), (b)に示すように電極形成にはリフトオフプロセスを用いているが、良好にリフトオフさせるためにパターンプロファイルは逆台形もしくはアンダーカットを形成したひさし状とするのが一般的である。高記録密度化に伴って電極間隔は一段と狭くなり、リフトオフパターンはさらに微細化が要求される。

【0008】しかし、このような逆台形、もしくはひさし状の微細なリフトオフパターンを形成することは非常に困難になると思われる。その結果、高記録密度化に伴って電極間隔を狭くすることが困難となるため、高記録

密度化に対応できなくなる。

【0009】また、ヘッド抵抗を低減するために電極膜厚を厚くする必要があるが、電極膜厚を厚くするとリフトオフ不良などが発生する。そのため、図6(c), (d)に示すように、リフトオフ不良が発生しない電極膜厚にてリフトオフプロセスを数回行い電極を厚くしている。

【0010】本発明の目的は、電極間隔を狭くかつ高精度にすることが可能で、ヘッド抵抗を低減するためにリフトオフプロセス回数を増加する必要がなく、再生波形および出力が良好な磁気抵抗効果型ヘッドとその製造方法及びそれを用いた磁気記録再生装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】磁気抵抗効果を用いて磁気的信号を電気的信号に変換する磁気抵抗効果膜と、バルクハウゼンノイズを抑止するために前記磁気抵抗効果膜に磁界を引加する磁区制御膜と、前記磁気抵抗効果膜に信号検出電流を流すための電極を有する磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、前記電極は、磁区制御膜上の第一の電極と、第一の電極上に形成された第二の電極から成り、第一の電極の間隔を Wr_1 、第二の電極の間隔を Wr_2 としたとき、 $Wr_2 < Wr_1$ なる関係を満たす構造とする。

【0012】前記磁気抵抗効果膜は、磁気記録媒体からの磁界により磁化方向が変化する第一の強磁性膜と、磁化方向が固定された第二の強磁性膜と、第一強磁性膜と第二の強磁性膜との間に挿入された非磁性導電性膜と、第二の強磁性膜上にその磁化方向を固定する反強磁性膜が直接積層されている構成を採用することができる。

【0013】前記磁気抵抗効果膜は、磁化方向が固定された第一の強磁性膜と、磁気記録媒体からの磁界により磁化方向が変化する第二の強磁性膜と、第一強磁性膜と第二の強磁性膜との間に挿入された非磁性導電性膜と、第一の強磁性膜がその磁化方向を固定する反強磁性膜上に直接積層されている構成を採用することができる。

【0014】前記磁気抵抗効果膜は磁気記録媒体からの磁界により磁化方向が変化する第二の強磁性膜と、磁化方向が固定された第一および第三の強磁性膜と、第一の強磁性膜と第二の強磁性膜との間に挿入された第一の非磁性導電性膜と、第二の強磁性膜と第三の強磁性膜との間に挿入された第二の非磁性導電性膜と、第一および第三の強磁性膜がその磁化方向を固定する反強磁性膜もしくは永久磁石膜に直接積層されている構成を採用することができる。

【0015】製造方法として、前記電極は、磁区制御膜上の第一の電極と、第一の電極上に形成された第二の電極から成り、その第一の電極は、リフトオフパターンを形成し、前記リフトオフパターンをマスクとして用い前記磁気抵抗効果膜の端部をエッチング後、前記リフトオフパターン用いて磁区制御膜と共に形成し、その第二の電極の形成は、一層もしくは複数層の電極膜を形成後、

フォトリソグラフィを用いてパターンを形成し、前記パターンをマスクとして前記電極膜をリアクティブイオンエッチング(RIE)方法にてエッチングをして形成する。

【0016】また、他の製造方法として、その第二の電極の形成において、一層もしくは複数層の電極膜を形成後、フォトリソグラフィを用いてパターンを形成し、前記パターンをマスクとして前記電極膜をイオンミリング及びリアクティブイオンエッチング(RIE)を併用し、少なくとも前記磁気抵抗効果膜に接する電極部分はRIEを用いてエッチングをして形成する。

【0017】電気信号に応じた磁界を発生して磁気記録媒体に記録させる記録ヘッドと、磁気記録媒体から漏洩する磁界の変化を電気信号に変換する再生ヘッドとを備えた磁気記録再生装置において、前記再生ヘッドとして前記磁気抵抗効果型ヘッドを用いている磁気記録再生装置。

【0018】前記した手段によれば、磁区制御膜上に第一の電極を同時に形成して、後に形成される第二の電極とあわせてヘッド抵抗の低減が可能のため、別にリフトオフプロセス等を追加して電極を厚膜化する必要がない。第二の電極は第一の電極の間隔よりも内側、つまり第一の電極と同時に形成した磁区制御膜の間隔よりも狭く形成するため、磁区制御膜の影響を受けない磁気抵抗効果膜の領域を使用するため高感度化が達成され、製造方法としてその第二の電極はリアクティブイオンエッチング(RIE)を用いてエッチング、またはイオンミリング及びRIEを併用し、少なくとも前記磁気抵抗効果膜に接する電極部分はRIEを用いてエッチングをして形成することにより、高精度かつ狭トラック化も達成できる。また、前記手段により作製された磁気抵抗効果型ヘッドを磁気記録再生装置に適用することにより、高記録密度に対応可能な磁気記録再生装置を提供できる。

【0019】

【発明の実施の形態】図1は、本発明を用いた一実施形態である磁気抵抗効果型磁気ヘッドの先端部を媒体からの磁界導入方向から見た図である。下部シールド1、下部ギャップ2、磁気抵抗効果膜3、磁区制御膜6及び第一の電極7、第二の電極10、上部ギャップ11、上部シールド12で構成されている。磁区制御膜6上の第一の電極7の間隔 W_1 よりも狭く第二の電極10の間隔 W_2 を形成する。

【0020】図2は、図1に示した磁気抵抗効果型磁気ヘッドの作製プロセスである。(a)下部シールド1としてNiFe、下部ギャップ2としてアルミナ等の絶縁膜、磁気抵抗効果膜3としてNiFe/Cu/NiFe/FeMnを形成する。(b)フォトリソグラフィにてリフトオフパターン4を形成し、リフトオフパターン4をマスクとしてイオンミリング等で磁気抵抗効果膜3をエッチングしてパターン化された磁気抵抗効果膜3を形成する。その

後、リフトオフパターン4がある状態で磁区制御膜6として用いるCoCrPt及び第一の電極7として用いるAuを成膜する。

【0021】(c)リフトオフパターン4を剥離することにより、磁気抵抗効果膜3上のCoCrPt及びAuはリフトオフパターン4と共にリフトオフされる。(d)第一の電極7として用いる電極膜8を成膜する。ここでは電極膜8としてWを用いた。その後、電極膜8上にレジストパターン9を形成する。(e)エッチングガスとして SF_6 、平行平板型エッチング装置を用いて、レジストパターン9をマスクにして電極膜8のWをエッチングし、第二の電極10を形成する。(f)上部ギャップ11としてアルミナ等の絶縁膜、上部シールドとしてNiFeを形成する。

【0022】上記磁気抵抗効果膜3として用いた構成は、第一の強磁性膜20/非磁性導電膜21/第二の強磁性膜22/反強磁性膜(永久磁石膜)23というスピバルブ構成であるが、他にも、図3に示すように第一反強磁性膜(永久磁石膜)23/第一の強磁性膜20/非磁性導電膜21/第二の強磁性膜22という構成、図4に示すように第一反強磁性膜(永久磁石膜)30/第一の強磁性膜31/第一の非磁性導電膜32/第二の強磁性膜33/第二の非磁性導電膜34/第二の強磁性膜35/反強磁性膜(永久磁石膜)36という構成も採用できる。

【0023】上記磁区制御膜6として永久磁石膜であるCoCrPtを用いているが、他にCoCrTaやCoPtもある。そして、これらの磁区制御膜としてCrを下地膜として用いることも可能である。また、反強磁性膜と強磁性膜を積層して磁区制御膜6として用いることも可能である。

【0024】上記第一の電極7としてAuを用いたが、他にも単層もしくは積層させてAl、Al-Cu、Cu、Ta-W、Cr、Ti-W、W、Nb等を用いることも可能である。

【0025】上記第二の電極10としてWを用いたが、他にも単層もしくは積層させてAl、Al-Cu、Cu、Au、Ta、Ta-W、Ti-W、Cr、Nb等を用いることも可能である。

【0026】前記RIE装置としては平行平板型エッチング装置を用いたが、他にECR型やICP型やヘリコン型エッチング装置を用いることも可能である。エッチングガスとしては Cl_2 を用いたが、形成する電極に応じて CHF_3 、 CF_4 、 SF_6 、 BCl_3 等、他のフッ素系及び塩素系ガスを用いることができる。また、これらのガスにArや O_2 または N_2 を添加して使用することも可能である。

【0027】また、第二の電極10は積層することによりイオンミリングとの併用も可能となる。例えば、レジストパターン/Au/Nbを用いて、Nbをエッチングス

トップとして用いてAuをイオンミリングにてエッチングし、その後、RIEでNbをエッチングする。

【0028】また、第一の電極7を省略可能な場合、図5に示すように磁区制御膜6のみを形成し、第二の電極14のみをRIE、もしくはRIEとイオンミリングを併用して形成し、磁気抵抗効果型ヘッドの電極とすることも可能である。

【0029】更に、磁気抵抗効果膜3として図6に示すようにNiFeの単層のみの磁気抵抗効果膜3を使用しても良い。図5及び図6の場合も第二の電極14は磁気抵抗効果膜内まで延びていることは勿論である。

【0030】このように本発明によれば、第二の電極10は磁気抵抗効果膜3内まで延びている。このため、第二の電極10を流れて来た電気信号iは磁区制御膜6の影響を受けにくい磁気抵抗効果膜3内の高感度領域を流れるので、磁気ヘッドの出力を大きくすることが出来る。第二の電極10を磁気抵抗効果膜3内に設ける長さは、磁気抵抗効果膜の長さを1とすると、1/4まで延ばせば良い。それ以上は磁気抵抗効果膜の影響が少ないと共に、高感度領域が損なわれからである。

【0031】また本発明の第一の電極上に第二の電極10を形成すれば、エッチングガスとして Cl_2 を用いたが、形成する電極に応じて CHF_3 、 CF_4 、 SF_6 、 BCl_3 等、他のフッ素系及び塩素系ガスに犯され時間が、少なくても、磁気抵抗効果膜3の破損が少ない。それは第一の電極を兼ねた第二の電極10のみで形成する場合には、両電極で形成する場合に比べて薄く出来ないからである。

【0032】磁気抵抗効果型ヘッドのトラック幅を決定する第二の電極10の間隔 Wr_2 をRIEという高選択比エッチング可能な手段を用いることにより、狭トラック化および高精度化が可能となる。また、第一の電極7の間隔 Wr_1 よりも第二の電極10の間隔 Wr_2 を狭くすることにより、第一の電極7と同時に形成した磁区制御膜6の間隔よりも第二の電極10の間隔 Wr_2 は狭くなるので、磁区制御膜6の影響を受けない高感度な領域で磁気抵抗効果膜3を使用することができる。更に、磁区制御膜6と同時に形成した第一の電極7を第二の電極10と合わせて磁気抵抗効果型ヘッドの電極とすることにより、磁気抵抗効果型ヘッドの電気抵抗を低減できる。そのため、電極を別途に厚膜化する必要がなくなる。

【0033】磁気抵抗効果型ヘッドは再生専用であるため、記録用の誘導型磁気ヘッドと一体型の複合型磁気ヘッドとして用いることが一般的である。その複合型磁気ヘッドの一例を図7に示す。誘導型磁気ヘッド51は、電気信号を流す導体コイル42と、電気的絶縁を得るための絶縁膜43と、導体コイル42に与えられた電気信号により誘導された磁束を集束するための上部磁気コア44及び上部シールド兼用下部磁気コア40と、集束された磁束を外部に漏洩させるための磁気ギャップとして

記録ギャップ膜41を有し、本発明を用いて作製された磁気抵抗効果型ヘッドは、下部シールド1と、磁気抵抗効果膜3と、磁区制御膜6及び第一の電極7と、第二の電極10と、下部磁気コア兼用の上部シールド40を有する。この場合でも、本発明の磁気抵抗効果型ヘッドの特徴は活かされるため、良好な再生出力が得られる複合型磁気ヘッドが提供できる。

【0034】また、本実施例の複合型磁気ヘッドを磁気記録再生装置に用いることも可能である。図8に磁気記録再生装置の概略を示す。磁気記録再生装置は、情報を磁気的に記録するための磁気記録媒体60と、これを回転させるためのスピンドル61と、磁気記録媒体60に信号を記録及び再生するための複合型ヘッド62と、これを支持するためのサスペンション63と、複合型ヘッド62の位置制御を行うアクチュエータ64と、記録再生信号を処理する信号処理回路65と、これと複合型ヘッド62を接続するリード線66を有する。狭トラック幅においても良好な再生出力が得られる複合型磁気ヘッドを用いることにより、従来より高記録密度化が可能な磁気記録再生装置を提供できる。

【0035】

【発明の効果】磁区制御膜上に第一の電極を同時に形成して、後に形成される第二の電極とあわせてヘッド抵抗の低減が可能のため、別途リフトオフプロセス等を追加して電極を厚膜化する必要がない。第一の電極の間隔よりも内側、つまり第一の電極と同時に形成した磁区制御膜の間隔よりも狭い間隔で第二の電極を磁気抵抗効果膜の上に配置することにより高感度化が達成され、その第二の電極はリアクティブイオンエッチング(RIE)を用いてエッチング、またはイオンミリング及びRIEを併用し、少なくとも前記磁気抵抗効果膜に接する電極部分はRIEを用いてエッチングを行ない形成することにより、高精度かつ狭トラック化が達成できる。よって、高トラック密度化に対応可能かつ特性が良好な磁気抵抗効果型ヘッドを提供できる。また、複合型磁気ヘッドとして磁気記録再生装置に用いることにより、従来より高記録密度化が可能な磁気記録再生装置をが得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す磁気抵抗効果型磁気ヘッドの構成図。

【図2】本発明により磁気抵抗効果型磁気ヘッドを作製する工程の一例を示す図。

【図3】本発明の第二の実施形態を示す磁気抵抗効果型磁気ヘッドの構成図。

【図4】本発明の第三の実施形態を示す磁気抵抗効果型磁気ヘッドの構成図。

【図5】本発明の第二の電極形成方法を用いて形成された第四の実施形態を示す磁気抵抗効果型磁気ヘッドの構成図。

【図6】従来の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを作製する工

程の一例を示す図。

【図7】本発明の第五の実施形態を示す複合型磁気ヘッドの斜視図。

【図8】本発明の第六の実施形態を示す磁気記録再生装置の概略図。

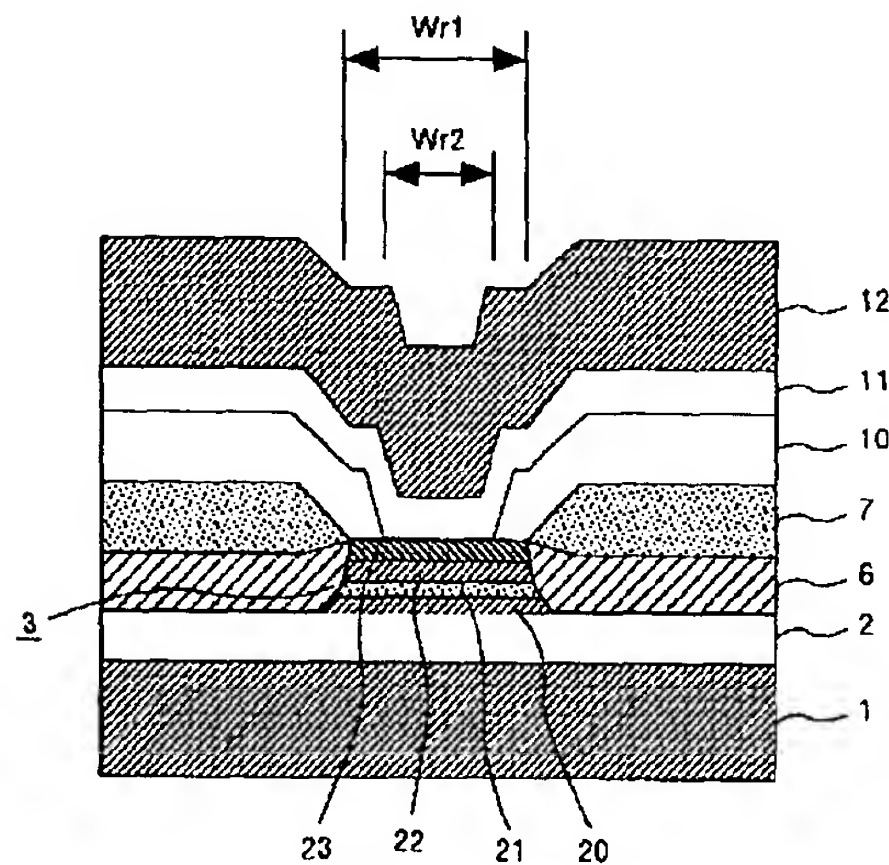
【符号の説明】

1…下部シールド、2…下部ギャップ、3…磁気抵抗効果膜、4…リフトオフパターン、6…磁区制御膜、7…第一の電極、8…電極膜、9…レジストパターン、10…第二の電極、11…上部ギャップ、12…上部シールド、13…電極膜、14…第二の電極、15…リフトオフパターン、16…電極、17…電極、20…第一の強

磁性膜、21…非磁性導電膜、22…第二の強磁性膜、23…反強磁性膜、30…反強磁性膜、31…第一の強磁性膜、32…第一の非磁性導電膜、33…第二の強磁性膜、34…第二の非磁性導電膜、35…第三の強磁性膜、36…反強磁性膜、40…上部シールド兼用下部磁気コア、41…記録ギャップ膜、42…導体コイル、43…絶縁膜、44…上部磁気コア、50…磁気抵抗効果型ヘッド（再生ヘッド）、51…誘導型磁気ヘッド（記録ヘッド）、60…磁気記録媒体、61…スピンドル、62…複合型ヘッド、63…サスペンション、64…アクチュエータ、65…信号処理回路、66…リード線、Wr1…第一の電極の間隔、Wr2…第二の電極の間隔。

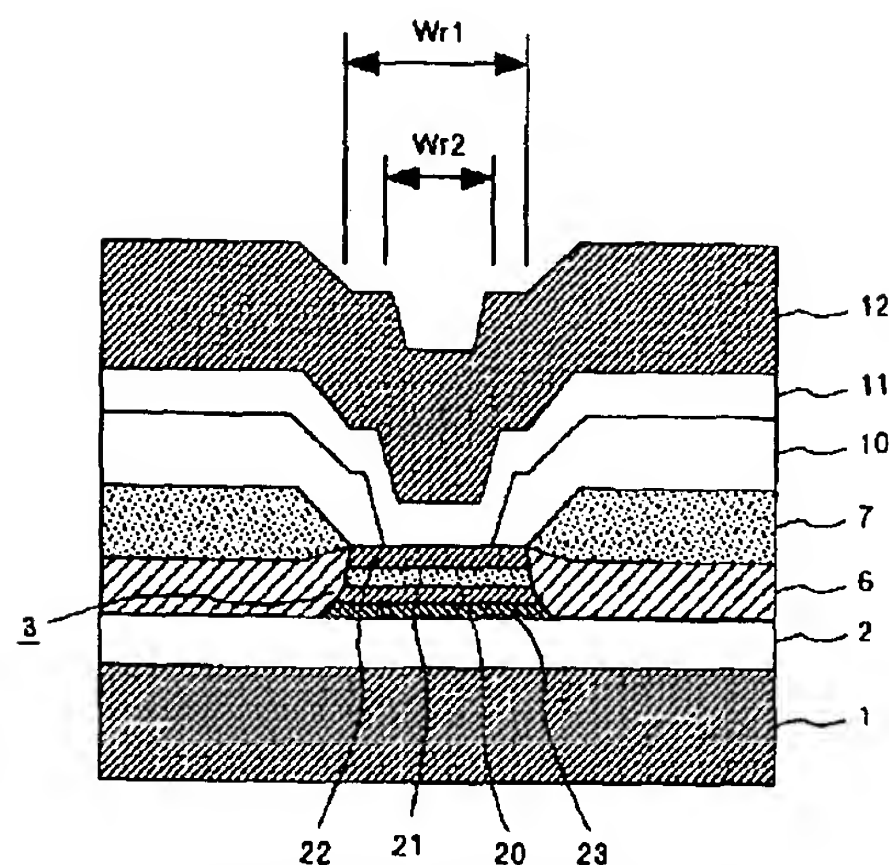
【図1】

図 1



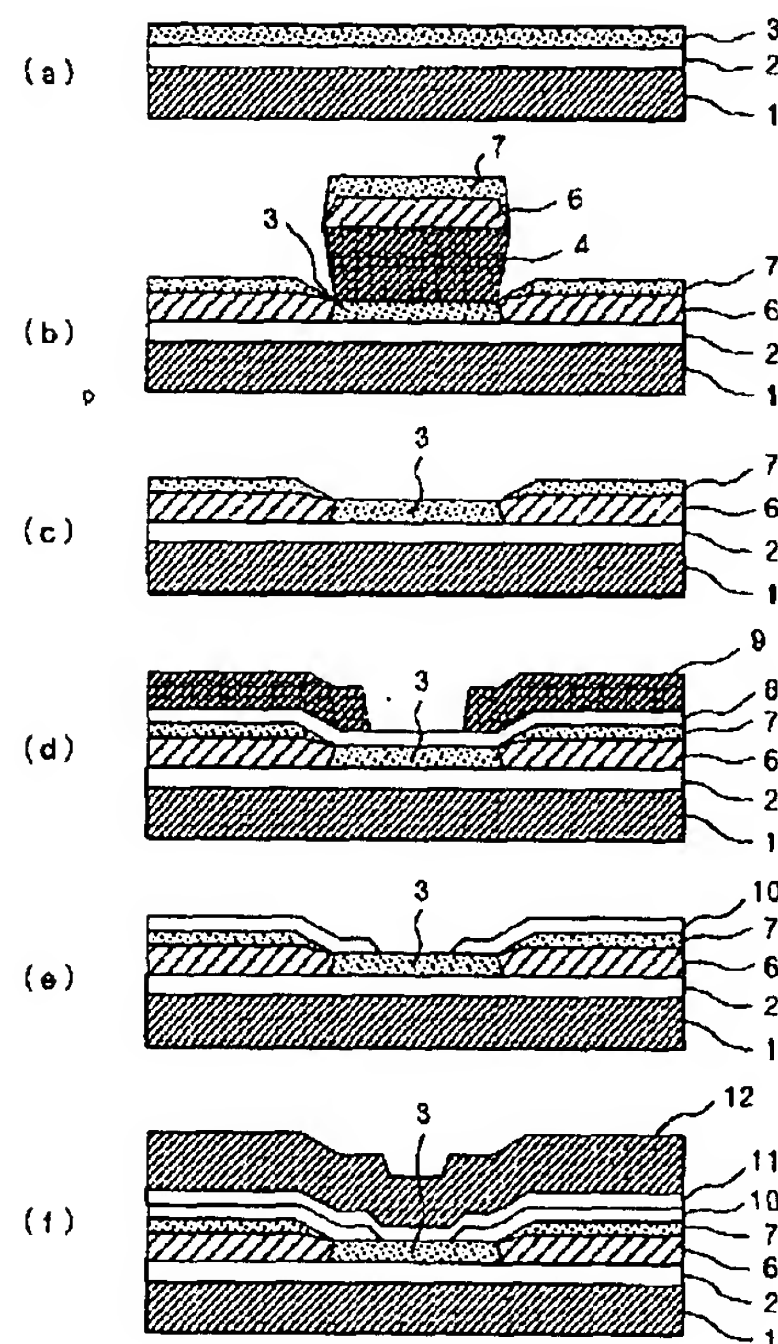
【図3】

図 3



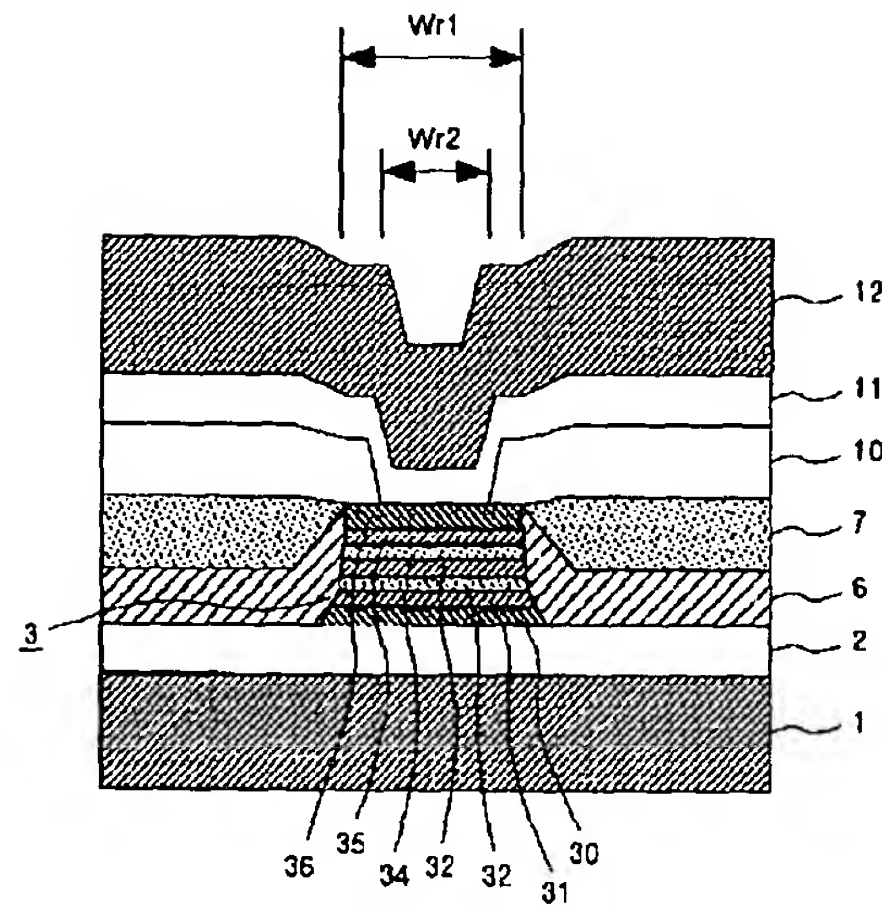
【図2】

図 2



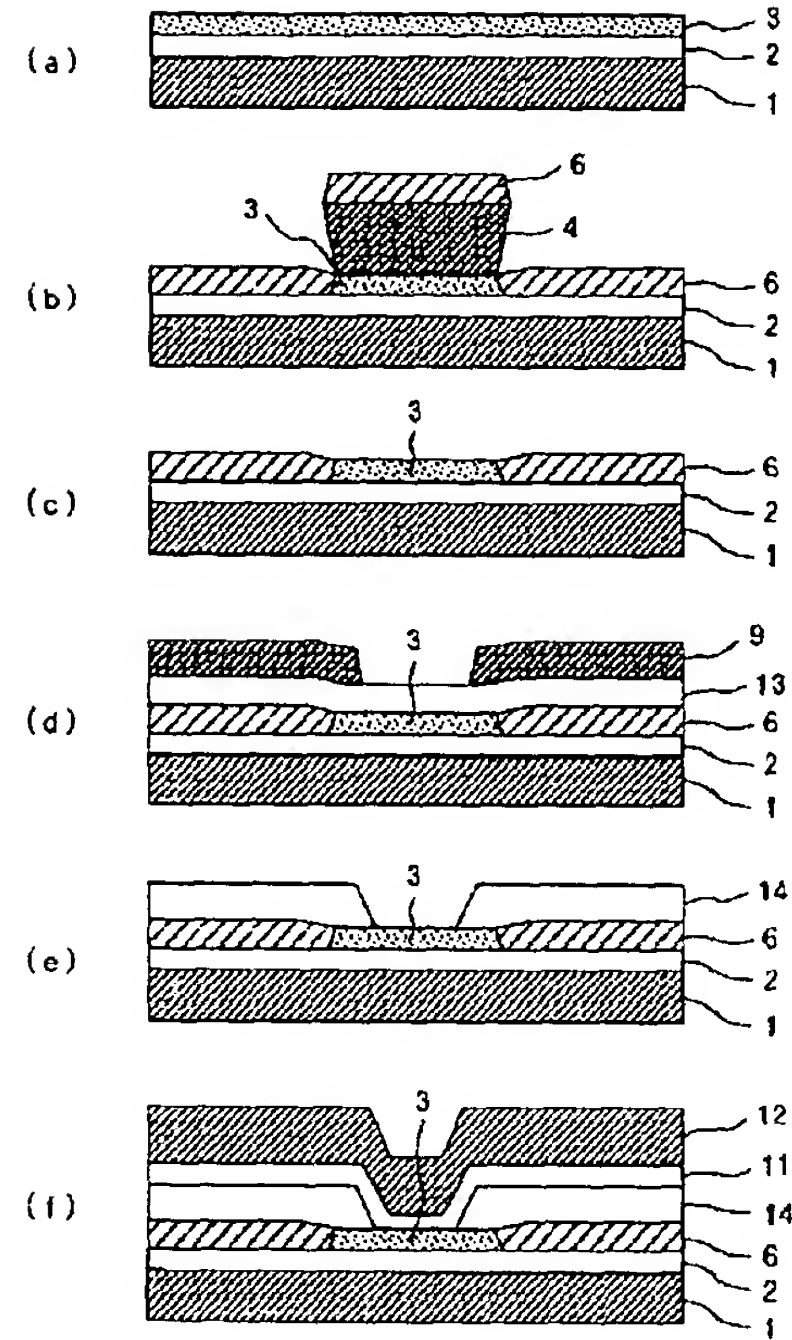
【図4】

図 4



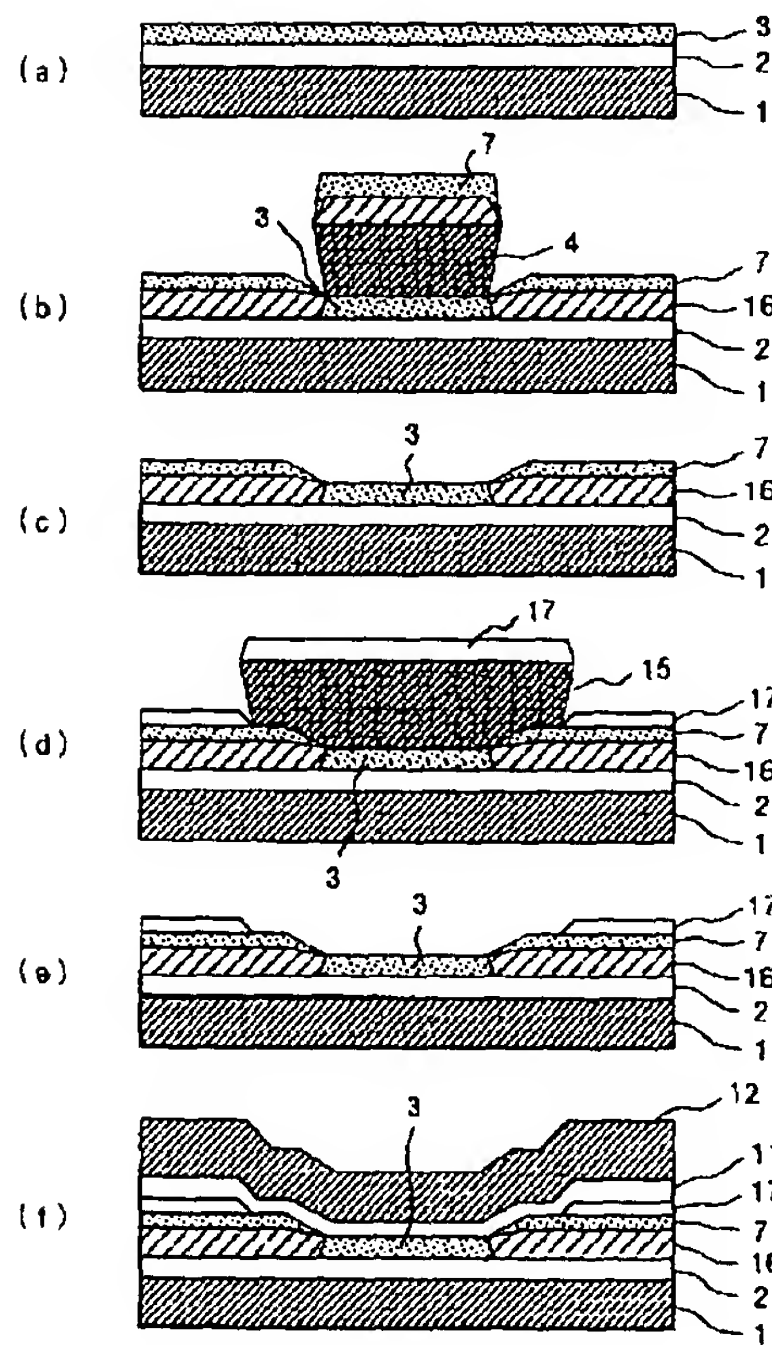
【図5】

図 5



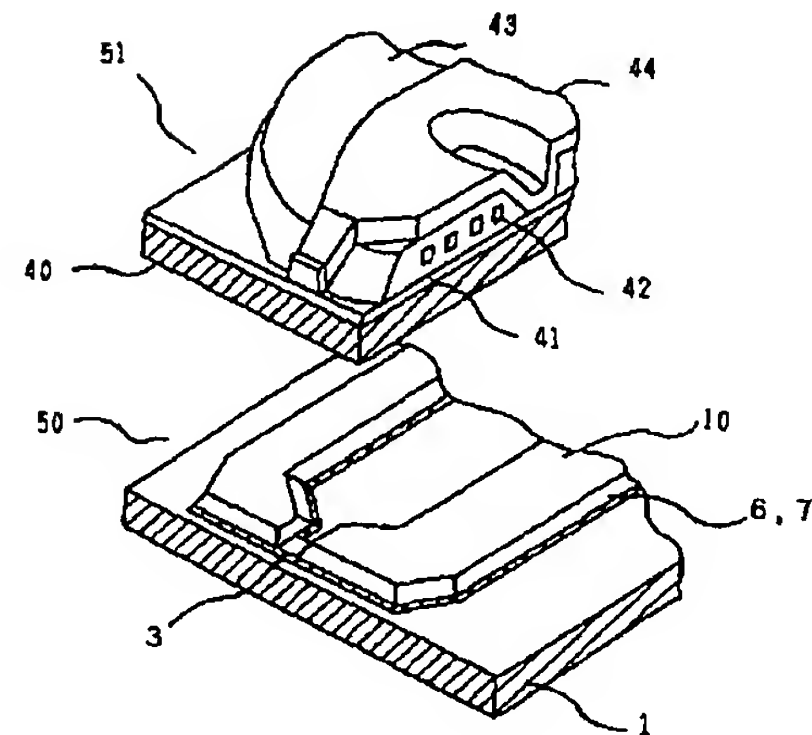
【図6】

図 6



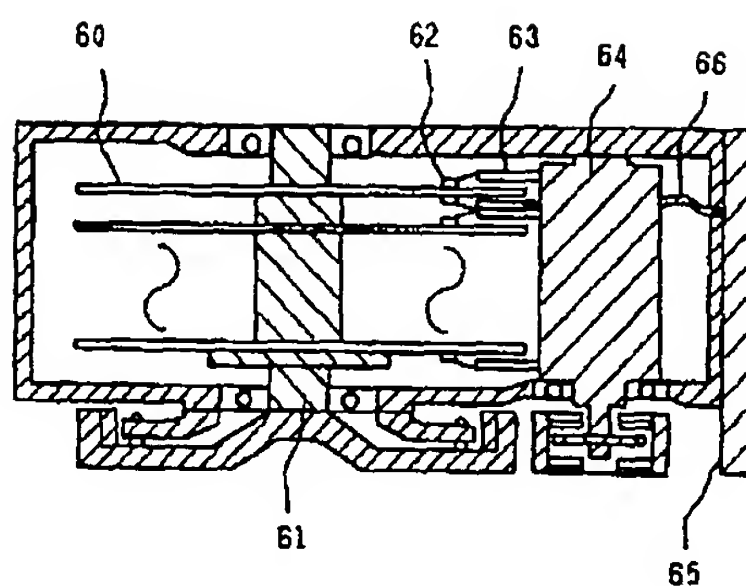
【図7】

図 7



【図8】

図 8



フロントページの続き

(72)発明者 府山 盛明
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 中本 一広
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内